

УДК 665.632:661(477)

Турченко Д.К., д. э. н., профессор  
ГВУЗ «Приазовский государственный  
технический университет»

### **ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УКРАИНЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ**

**Турченко Д. К. Проблеми енергозбереження та потенційні можливості України щодо впровадження нових технологій видобутку та переробки вугілля.** У статті розглянуті перспективи розвитку сучасної енергетики: сонцеенергетики, вітроенергії, виробництво біогазу та біоетанолу; запропонована технологічна схема отримання бензину через метанол. Виявлено потенційні можливості України в частині створення нових технологій видобутку та переробки вугілля. Розглянуто проблеми екологічної безпеки.

**Турченко Д. К. Проблемы энергосбережения и потенциальные возможности Украины по внедрению новых технологий добычи и переработки угля.** В статье рассмотрены перспективы развития современной энергетики: солнцеенергетики, ветроэнергии, производство биогаза и биоэтанола; предложена технологическая схема получения бензина через метанол. Выявлены потенциальные возможности Украины в части создания новых технологий добычи и переработки угля. Рассмотрены проблемы экологической безопасности.

**Turchenko D. K. Problems of energy conservation and the potential of Ukraine on introduction of new technologies for the extraction and processing of coal.** The article considers the prospects of development of modern energy: the sun-energy, wind energy, biogas and bioethanol; proposed technological scheme for producing gasoline by methanol. Revealed the potential of Ukraine in terms of creating new technologies for the extraction and processing of coal. The problems of environmental safety.

Человечество на протяжении своей эволюции демонстрирует устойчивый рост энергопотребления. По количеству потребителей энергии ( всех видов) Украина занимает 5 место в мире. Однако, по объемам производимого за год внутреннего валового продукта на душу населения находится в хвосте первой сотни стран. Удручающе выглядит сопоставление с Польшей : Украина потребляет 78 млрд.м<sup>3</sup>/в год при ВВП \$ 800. Польша потребляет газа в шесть раз меньше ( 12 млрд.м<sup>3</sup>/в год), а ВВП ее при этом в шесть раз больше - \$ 4800. Но потребляя газ, Украина при этом еще сжигает 50 млн. тонн энергетического угля и около 5 млн. тонн мазута. Все это связано с сверхэнергоматериалоемкостью украинской тяжелой промышленности. 1 тонна нашей промышленной продукции составляет 1,8 тонн «условного топлива», в то время, как для Польши он составляет 0,2 тонны. Доля экологически грязных энергоемких отраслей в Украине непрерывно растет и уже достигла 60%.

Пример: Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича ( производительность стали — 4 млн. тонн/год) . «Цена» одной тонны стали — это выброс в атмосферу 50 кг вредных соединений, сброс в бассейн Азовского моря 10 м<sup>3</sup> отравляющих веществ, шлаков в отвал — 1,2 тонн; расход газа — 200 м<sup>3</sup> , расход электроэнергии — 450 кВт.

Сверхэнергоматериалоемкая экономика Украины представляет собой угрозу экологической и экономической безопасности страны. Все источники энергии на Земле условно можно разделить на возобновляемые, невозобновляемые и вторичные (рис. 1).

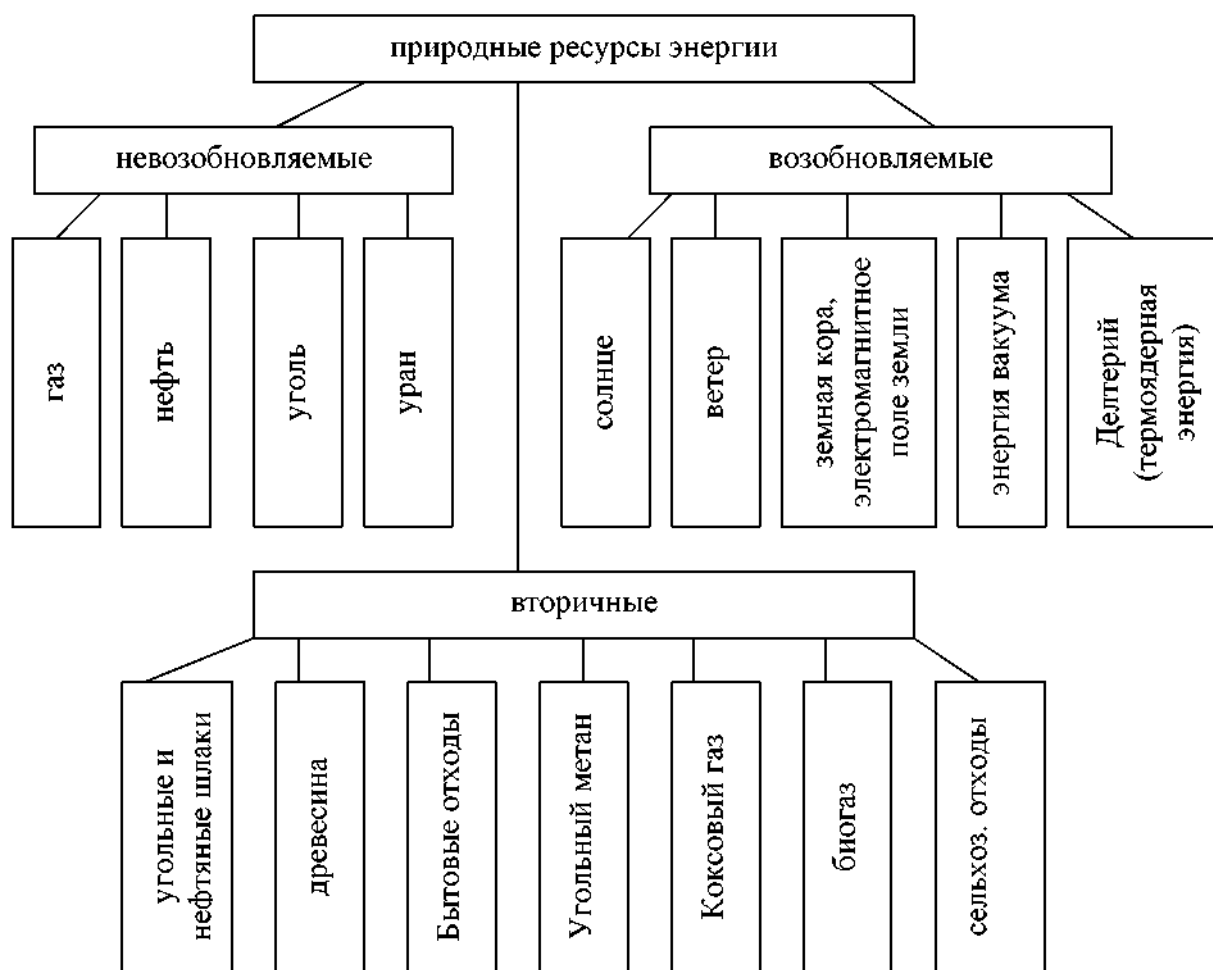


Рис. 1. – Классификация природных ресурсов энергии

На сегодняшний день потери Украины от выбросов в атмосферу попутных продуктов угледобывающих предприятий сопоставимы с затратами на закупку нефти и газа в странах Ближнего зарубежья. Уже более 70 лет известны технологии, которые позволяют получать из угля те же самые химические продукты и топливо, что и из нефти. В Украине геологические запасы угля составляют более 120 млрд. тн (что в пересчете на нефть в полтора раза превышает самые крупные запасы нефти, сосредоточенные на Ближнем Востоке). Максимальное использование имеющихся ресурсов в значительной степени может снизить зависимость Украины от внешних источников снабжения энергоносителями. Существующая сегодня так называемая программа реструктуризации шахт (растаскивание и затопление, т.е. «концы в воду») является преступной по своей сути.

В настоящее время внимание исследователей сосредоточено на трех направлениях переработки угля в жидкие и газообразные продукты:

- наземной и подземной газификации;
- технология прямого получения жидких продуктов из угля;
- переработка угля в жидкие и газообразные продукты с помощью микроорганизмов.

Базовыми технологиями переходного периода должны стать энергохимические комплексы подземной газификации угля и установки пиролизной газификации углеродсодержащих отходов углеобогащения с использованием инфраструктуры коксохимических заводов.

Определенные на сегодняшний день запасы угля для подземной газификации составляют более 14 млрд. тн. При подземном сжигании 1 млн. тн. Угля может быть

выработано 3-4 млрд. м<sup>3</sup> газа. Из вышесказанного следует, что такие возможности подземной газификации позволяют решить вопросы энергоснабжения нашей страны. В противном случае нас ждет энергетическое банкротство со всеми вытекающими последствиями.

Затраты на сооружение предприятий подземной газификации значительно ниже, чем на строительство шахт. Эксплуатационные расходы при подземной газификации угля незначительны и могут быть сопоставимы с издержками на открытую разработку угля. Экологические преимущества подземной газификации угля в сравнении с добычей его по обычной технологии имеют место не только в период строительства, но и на протяжении всего эксплуатационного периода, так как в этом случае не происходит загрязнение земли и воздушного пространства выдаваемой породой и выбросами метана в атмосферу.

Большое внимания новым технологиям переработки угля уделяется в ведущих зарубежных странах (в отличие от Украины). На Западе присутствует понимание той непреложной истины, что уголь является самым надежным ископаемым топливом в обозримом будущем. Отмечается, что запасы угля в мировых запасах природных энергоносителей составляют не менее 80%, тогда как нефти и газа – суммарно не более 20%.

Предполагается, что в дальнейшем программы, ставящие своей целью разрабатывать и внедрять коммерчески оправданные технологии, которые смогут превращать уголь, биомассу и углесодержащие отходы в ценные моторные топлива и химические соединения, останутся в поле зрения государств, которые будут обеспечивать как их частичное финансирование, так и создание необходимых условий для привлечения частного капитала.



Рис. 2. – Технологическая схема получения бензина через метанол по процессу MOBIL

В этих условиях было принято решение о создании двух правительственных органов для внедрения альтернативных видов топлива за счет своих ресурсов. Одному комитету было поручено заняться применением сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. Уже через год 10% транспорта пользовались этим топливом.

Второй комитет занялся вопросами получения бензинов из местного сырья. В результате всестороннего анализа были подготовлены предложения об использовании с этой целью процесса MTGMOBIL, позволяющего получить высокооктановый бензин из метанола, сырьем для которого служит газ, полученный при добыче газового конденсата.

В настоящее время мощности завода покрывают потребности страны в моторном топливе на 50%. Поэтому комитет продолжает свою работу по следующим направлениям: бурый уголь, отходы древесины и торф как сырье для получения синтез-газа, из которого может быть получен метанол и далее бензин (табл. 1). Затраты на производство 1 литра синтетического бензина составляет около 0,29 \$.

Таблица 1

Расчет затрат на момент пуска завода по производству метанола

Наименование затрат	Величина затрат, млн. долл. США
<i>Прямые затраты:</i>	
Заводы по производству метанола	169.100
Завод метанол/бензин	91.300
Вспомогательные сооружения	122.000
<b>Итого:</b>	<b>382.400</b>
<i>Непрямые затраты:</i>	
Площадь для размещения	149.800
Оплату подрядчику	69.900
<b>Итого:</b>	<b>219.700</b>
<i>Другие затраты:</i>	
Инжиниринг	35.500
Запасные части	3.000
Затраты совместного предприятия	24.500
Налоги	3.300
Страхование	10.000
Земельная рента	4.000
<b>Итого:</b>	<b>80.300</b>
Общие затраты	682.400
Форс-мажор	84.600
Полная стоимость завода	767.000
Первоначальные платежи	119.000
Полная стоимость проекта	886.000
Инфляция за 5 лет	305.860
Расчетные доходы за время строительства	283.140
<b>Полные затраты на момент пуска завода</b>	<b>1 475.000</b>

Основываясь на опыте Новой Зеландии могу утверждать, что Украина располагает своим реальным потенциалом, позволяющим создать необходимые предпосылки для более быстрого вхождения Украины в мировое сообщество.

Существующие направления в мировой практике реально возможны к применению в Украине:

1. Получение этанола ферментацией лесной и сельскохозяйственной биомассой и применение его для получения моторного топлива;
2. Получение компонентов дизельного топлива из овощных масел;
3. Производство биогаза – аналога природного газа.

Столь пристальное внимание к зарубежным программам по новым технологиям вызвано необходимостью указать на мировые тенденции в этой области и подчеркнуть тот

факт, что это все актуально и для Украины, с одной стороны располагающей богатыми запасами угля, а с другой – имеющей экономику, состояние которой зависит от импорта газа и нефти.

Потенциальные возможности Украины в части создания новых технологий добычи и переработки угля.

Наибольший интерес представляет газификация угля . высокотемпературный процесс взаимодействия углерода с окислителями (воздух, кислород, водяной пар), проводимый с целью получения горючих газов ( водород, окись углерода, метан). Регулируя этот процесс можно получить газовые смеси различного состава , из которых наибольшее значение имеет синтез-газ как базовый продукт для получения топливных газов и синтеза моторных топлив.

Несмотря на то, что синтез-газ по теплоте сгорания уступает природному газу, в качестве сырья для химического синтеза он превосходит природный газ, так как используется напрямую без предварительной обработки.

Важность процесса газификации в его уникальности. Он может быть использован для переработки самых разных видов углесодержащего сырья и отходов., среди которых отвальные продукты углеобогащения, тяжелые остатки нефтепереработки, перерабатываемые полимерные отходы, отработанные шины, бытовой мусор и т.п. Таким образом, создавая инфраструктуру газификации угля для получения синтез-газа и его последующей переработки мы получаем дополнительные источники сырья, которые не нужно добывать и которые постоянно растут, создавая огромные экологические проблемы (рис. 3).

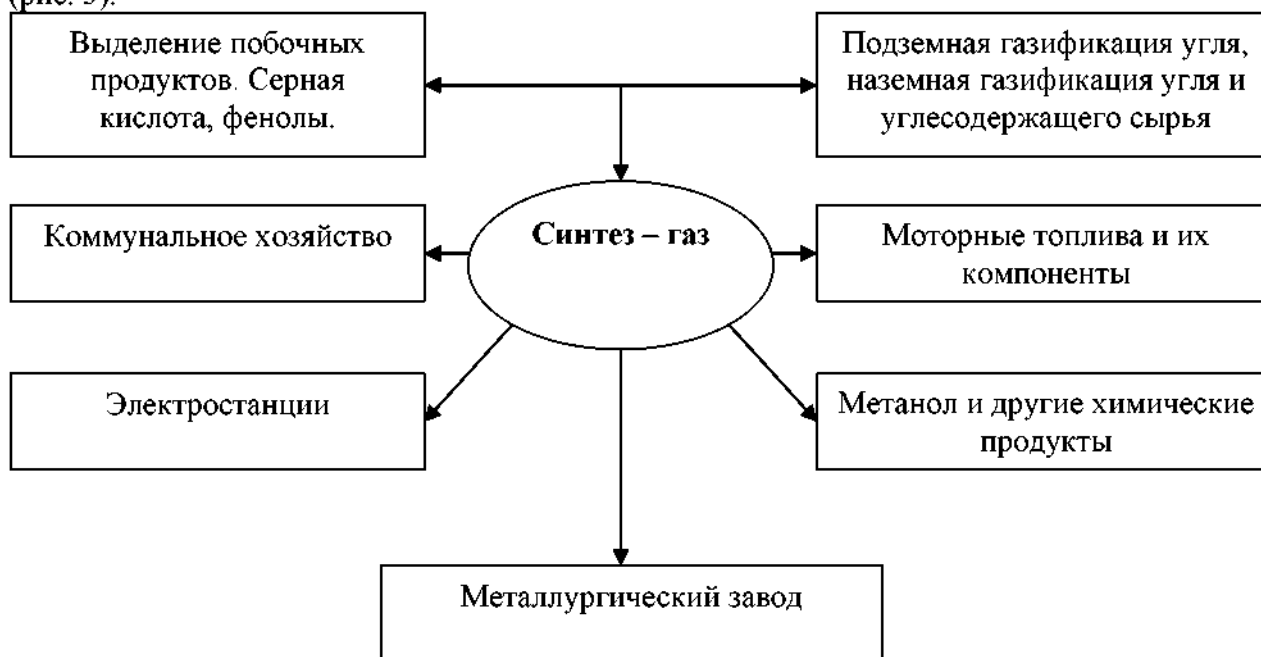


Рис. 3. – Схема использования синтез-газа

Сущность технологии подземной газификации угля заключается в сжигании угля непосредственно на месте залегания пласта и выдаче на поверхность образовавшегося при этом горючего газа. Главные преимущества метода состоят в том, что получаемый газ является экологически чистым топливом и при его производстве не нарушается земная поверхность. Предприятия подземной газификации угля представляют собой комплекс, состоящий из подземной и наземной части. Подземная часть формируется за счет бурения скважин, соединения этих скважин, проходящих в угольном пласте, для протекания процесса газификации. Наземный комплекс обеспечивает нагнетание в одни скважины воздушного дутья и получение из других скважин газа, его очистки и извлечение побочных продуктов (табл. 2).

Таблица 2

Выход химических продуктов на 1 млн. тонн угля

Продукт	Выход основного продукта м <sup>3</sup> /тн	Выход химич. Продуктов на 1 млн. тонн угля	
		газ	коксовый газ
Газ	4000	4 млрд. м <sup>3</sup>	
Коксовый газ	330	-	330 млн. м <sup>3</sup>
Водяные пары	-	120 000 тн.	93000 тн.
Смола	-	8 000 тн.	33 000 тн.
Бензол	-	4000-8000 тн.	11 600 тн.
Аммиак	-	8000 тн.	4 300 тн.
Фенолы	-	1600 тн.	500 тн.

Основными видами продукции энергохимического комплекса являются:

- энергетический газ, используемый для отопления в коммунальном хозяйстве, для получения электроэнергии;
- синтез-газ, используемый для синтеза метанола, диметилового эфира, уксусной кислоты.

Из синтез-газа получают метанол, смесь углеводородов, из которых выделяются бензины, дизельные топлива, парафины и т.п. Реакторы такого типа работают в ЮАР. Получаемые широкие углеводородные фракции подобны нефтяным и могут перерабатываться на нефтеперегонных заводах. Украина располагает значительными запасами углей, пригодных для подземной газификации (табл. 3). Исследователями института «Донгипромаш» выявлено 156 участков с сырьевыми ресурсами в 24 млрд. тонн.

Таблица 3

Запасы углей, пригодных для подземной газификации на территории Украины

Регионы	Виды углей	Запасы углей, млн. тонн					
		Балансовые			Забалансовые		
		Всего	В том числе		Всего	В том числе	
			Пригодные для ПГУ	%		Пригодные для ПГУ	%
Украина	всего	58198,5	20231,6	34,8	17368,6	3787,8	21,8
	каменные	25852,1	20231,6	78,3	6898,9	3787,8	54,9
	бурые	3372,0	1133,5	33,6	768,6	219,4	28,5
В том числе по областям							
Днепропетровская	каменные	11771,8	10026,2	85,2	2098,5	1530,6	72,9
	бурые	1491,8	370,9	24,9	454,9	32,7	7,2
Донецкая	каменные	4581,1	2077,2	45,3	1773,3	589,8	33,3
Закарпатская	бурые	39,3	39,3	100,0	14,5	14,5	100,0
Запорожская	бурые	35,8	21,9	61,2	11,4	8,3	72,8
Кировоградская	бурые	822,2	356,4	43,3	76,8	52,5	68,4
Луганская	каменные	5790,4	5220,7	90,2	2314,7	1183,7	51,1
Львовская	каменные	498,5	409,0	82,0	236,3	67,4	28,5
Полтавская	бурые	504,5	323,3	64,1	179,4	102,0	56,9
Харьковская	каменные	2477,8	2477,8	100,0	336,6	309,2	91,9
Черкасская	бурые	76,5	21,7	28,4	31,6	9,4	29,7

Солнцезенергетика.

Средний поток солнечной энергии на Земле составляет 200-250 Вт/м<sup>2</sup>, в то же время на хозяйственную деятельность необходимо 2 Вт/м<sup>2</sup>. Т.е., достаточно использовать от 1 до 10% солнечной энергии, чтобы полностью удовлетворить потребность человечества.

Проблема использования солнечной энергии состоит в том, что солнечного тепла достаточно в сезон, практически не требующий отопления и наоборот, отопление необходимо в период, когда дневные солнечные излучения составляют всего несколько часов в сутки. Таким образом, чтобы использовать солнечную энергию, когда она действительно нужна, она должна быть не только утилизирована, но и сохранена. Это позволяет сделать кремниевые батареи. Их дороговизна — дело временное. В России и США разработаны новые бесхлорные технологии получения кремния, что делает его дешевле в десять раз.

Всего в мире смонтировано около 30 млн.м<sup>2</sup> солнечных коллекторов. По использованию солнечной энергии лидирует Австрия, в которой на одного жителя приходится 13 м<sup>2</sup> солнечных коллекторов. А годовое количество солнечной радиации такое же, как в Украине — 1200 кВт/м<sup>2</sup>. В степной Украине коллекторы могут эффективно работать 8 месяцев, а в Крыму — не менее 10 месяцев.

Таблица 4

## Ресурсы возобновляемой энергии

Источник энергии	мировые ресурсы млрд. ТВт/год*
солнечное излучение на поверхность земли	100
ветер	5
навоз, горные стоки (биогаз)	3
морские волны и приливы рек	0,5
земные недра (термальные воды)	0,05

\*1 тераватт = 1 млрд. ватт.

Ветроэнергия. Мощность ветроустановок в мире составила в 1999 г. — 12000 мВт, в 2010 г. — 50 000 мВт. Лидером является Германия, общая установленная мощность ее «ветров» около 5 тыс. мВт. (это Хмельницкая и Ровенская АЭС вместе взятые). Кинетическая энергия ветра — это перспективное направление, хотя пока один «ветрокиловатт» дороже теплового в 5 раз. Для снижения цены «ветрокиловатт» необходим переход на сверхмощные ветрянки (5000 кВт, КПД 40-45%), которые уже производят в Германии.

Биогаз и биоэтанол. Так называемый биогаз получается путем метанового сбраживания органических отходов животноводства и осадков городских канализационных отстойников. Сырье, что и говорить, малоприятное, зато неисчерпаемое и бесплатное (табл. 5).

Таблица 5

## Сырье для биогаза

Источник навоза	Навоз, млн. тонн	Получаемый биогаз, млн. м <sup>3</sup>	Энергия биогаза, млн. тонн у.т.*
крупный рогатый скот	45,46	1832,9	1,31
свиньи	4,47	170,9	0,12
птица	2,17	203,4	0,16
Всего:	52,1	2207,2	1,59

- 1 тонна условного топлива = 7000 ккал = 1 тонна антрацита.

Одна (в среднем) корова выдает 6 тонн навоза / в год. Теплотворная способность биогаза, как и природного = 16500 кДж/м<sup>3</sup>. Что касается канализационных осадков, то один человек «производит» их в среднем до 100 кг/год. Во многих странах биогаз уже стал равноправным участником энергорынка. В США действует биогазовая установка с объемом реактора 1000 м<sup>3</sup>, которая перерабатывает навоз и помет от 10 тыс. голов скота и 1 млн кур. Ее производительность – 1 млн. м<sup>3</sup> биогаза/год. Что касается осадков городских канализационных отстойников, то, например, в Лондоне они перерабатываются на 100%, при этом удается получить для городских нужд до 10 млн. м<sup>3</sup>/год биогаза.

Энергетический потенциал зеленой массы в Украине составляет 7,1 млн. тонн у.т./год. Как и солярка, биодизельное горючее предназначено для применения в автомобилях с дизельными двигателями. Для перехода на его использование двигатель модернизировать не нужно. Основным отличием биодизеля от обычного дизтоплива является его экологическая чистота (1 га растущего рапса может поглощать до 20 тонн углекислого газа за сезон). Для получения биодизельного топлива используется рапсовое масло. Рапс – масличная культура – выращивается, затем полностью перерабатывается в дизельное топливо «биодит» по очень простой технологии (оно самое дешевое из растительных).

Но это горючее также можно делать из подсолнечного, кукурузного и любого другого масла-сырца. Процесс производства выглядит примерно так: сначала масло очищают, затем в него добавляют метиловый спирт и катализатор (щелочь). В результате реакции переэтерификации получается смесь, которой дают отстояться. Легкие верхние фракции продукта и являются биодизельным топливом. Из тонны рапса можно получить 300 кг (30%) рапсового масла, а из него 270 кг биодизельного горючего (табл. 6).

Таблица 6

Сравнительная характеристика физико-химических свойств дизельного и биодизельного

## топлив

Показатели	Диз. Топливо	Биодизельное топливо
Плотность кг/ м <sup>3</sup> при t-20 °С	826	877
Цетановое число, не менее	45	98
Температура воспламенения, С, не менее,	60	110
Содержание серы, %	0,2	0,02

Таблица 7

## Выработка энергии в странах ЕС

Тип	Выработка энергии млн. тонн н.э.*		Общие капитальные затраты 1999- 2010 гг. млрд. \$	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> в 2010 г. Млн. тонн/год
	1999 г.	2010 г.		
Ветроэнергетика	0,35	6,9	34,56	72
Гидроэнергетика	26,4	30,55	17,16	48
Фотоэлектрическая энергетика	0,002	0,026	10,8	3
Биомасса	114,8	13,5	100,8	255
Геотермальная энергетика	2,5	5,2	6	5
Солнечные коллекторы	0,26	4	28,8	19
Всего	74,3	182	198,12	402

- н.э. – нефтяной эквивалент; 1 тонна н.э. = 11,63 мВт/г.

Проблема экологической безопасности.

На дорогах Земли эксплуатируется около 1 млрд. двигателей внутреннего сгорания. Сжигая ежедневно свыше миллиарда тонн бензина и дизтоплива они оказывают просто ужасающее действие на окружающую среду.



Альтернатива: 1) Использование в качестве моторного топлива природного газа; пропан-бутана, угольного метана, а также биогаза.

Пример: в Аргентине около миллиона автомобилей ездят на природном газе (сжатом до 200 атмосфер). Бразилия в 2010 г. Произвела 6,5 млрд. литров биогаза, что обеспечило 30% ее потребностей в жидком топливе. Это позволило Бразилии сэкономить 35 млрд. долл. На закупку нефти.

2) Постепенная замена автомобилей на электромобили.

Активно избавляется от использования керосина в качестве авиатоплива и мировая авиабаза. Уже испытан гиперзвуковой воздушно-реактивный двигатель, который работает на смеси водорода и кислорода, получаемых непосредственно из воздуха и водяного пара.

Человеку нужна энергия. Однако выработка и использование энергии стали угрожать самим основам жизни, особенно с ростом ее безумного и расточительного потребления. Потери тепла в Украине в сетях теплоснабжения при его транспортировке от производителя к потребителю достигают 50%, а убытки в масштабах государства оцениваются в миллиардах.

Применение жесткого пенополиуретана — решение проблемы энергопотерь. Пенополиуретан, обладая втрое меньшей теплопроводностью, чем минеральная вата, не вызывает коррозии стальной трубы, а наоборот останавливает (отсутствие блуждающих токов, диэлектрик), сохраняет свои свойства на протяжении всего срока службы тепловых сетей, который достигает в этом случае 30-50 лет, не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, может эксплуатироваться в диапазоне рабочих температур от – 60<sup>0</sup>С до + 140<sup>0</sup>С.

**Выводы.** Таким образом, Украина может стать сильной и процветающей страной только тогда, когда она станет технологически конкурентной с остальным миром в тех областях, которые составляют общепризнанную основу развития человечества.

#### **Список использованных источников:**

1. Энергетическая независимость Украины. Бизнес-программа ЗАО «Дон-Трэйд», 1998 г.
2. Мак-Вейг.Д. Применение солнечной энергии, 1991 г.
3. Сабади П.Р. Солнечный дом, 1991 г.

**Ключевые слова:** энергопотребление, газификация угля, синтез-газ, солнцеэнергетика, ветроэнергетика, биогаз, биоэталон, энергетический потенциал.

**Ключові слова:** енергоспоживання, газифікація вугілля, синтез-газ, сонце-енергетику, вітроенергетика, біогаз, біоеталон, енергетичний потенціал.

**Keywords:** energy, coal gasification, synthesis gas, solar-energy, wind energy, biogas, bio-etalon, the energy potential.